

電波吸収体用成型材料、電波吸収体用成型体およびその製造方法、ならびに電波吸収体

## 発明の背景

### 1. 発明の技術分野

本発明は、電波吸収体の少なくとも一部を構成する成型体を形成するために用いられる電波吸収体用成型材料、この電波吸収体用成型材料を用いた電波吸収体用成型体およびその製造方法、ならびに電波吸収体用成型体を含む電波吸収体に関する。

### 2. 関連技術の説明

近年、各種機器のEMC（電磁的両立性）の試験を電波暗室で行うことが多くなってきている。EMCに関する規格では、機器から発生する電磁波に関して、遵守すべき許容値と試験方法が定められている。EMCに関する規格を作成する国際標準機関としては、例えば、IEC（国際電気標準会議）の中に存在するTC77およびCISPRがある。これらは、EMCに関する基本規格および共通規格を作成している。

エミッション（電磁エネルギー放出）の測定、評価のために要求される電波暗室の性能は、サイトアッテネーション測定により評価される。規格CISPR22または規格ANSI C63.4では、電波暗室に求められる性能の条件が、正規化サイトアッテネーションによって規定されている。具体的には、サイトアッテネーションの測定値が理論的サイトアッテネーション値の $\pm 4$  dB以内となることが、電波暗室の性能の必要条件となる。

一方、イミュニティ（電磁妨害排除能力）の測定、評価のために要求される電波暗室の性能は、電界均一性測定により評価される。電波暗室では、エミッションの測定、評価を行うことも多いため、金属の床面が用いられることが多い。このような電波暗室においてイミュニティの測定、評価を行う場合には、金属の床面上に電波吸収体が設置される。

1 GHz以下の周波数の電波の放射に対するイミュニティ試験に関して、電波暗室に要求される電界均一性の条件は、1.5 m×1.5 mのウィンドウに配置

した格子状の16ポイントのうちの75%、すなわち12ポイントにおいて、電界強度が試験電界強度の-0dB~+6dBの範囲内となるというものである。また、最近、規格IEC61000-4-3に、デジタル携帯電話に対する試験法が追加され、ここでは、電波暗室に2GHzまでの周波数における電界均一性が要求されている。

ところで、EMC試験用の電波暗室に使用される電波吸収体としては、フェライトタイルと誘電損失体とを組み合わせた複合型電波吸収体がある。この複合型電波吸収体は、1969年に郵政省電波研究所の電波暗室で世界に先駆けて採用されたものである。EMC試験用の電波暗室に使用される電波吸収体としては、上記複合型電波吸収体が主流となっている。

従来の複合型電波吸収体は、フェライトタイルと誘電損失体のそれぞれの特長を生かし、広帯域の電波吸収特性を実現している。すなわち、この複合型電波吸収体は、30MHz~500MHz程度の低周波数領域ではフェライトタイルが効率よく電波を吸収し、500MHz以上の高周波数領域では誘電損失体が効率よく電波を吸収するように設計されている。フェライトタイルは、板状のフェライト焼結体である。フェライトタイルに用いられるフェライトとしては、Ni-Cu-Zn系や、Ni-Zn系が主流である。また、フェライトタイルとしては、厚さが4mm前後から7mm前後のものが使用されている。誘電損失体としては、カーボン等の導電性材料を発泡体に混合または含浸させたものが主流である。また、誘電損失体としては、フェライトタイルの面に垂直な方向の長さが45cm前後から250cm前後のものが使用されている。

一方、26MHzの低周波数から1GHzを超える高周波数までの広い周波数範囲で使用されるイミュニティ試験用の電波吸収体としては、フェライトタイルと誘電損失体を組み合わせた複合型電波吸収体が実用化されている。その他、最近では、特許第3041295号公報に示されるような、フェライトタイルと磁性損失体を組み合わせた複合型電波吸収体も実用化されている。この電波吸収体では、フェライトタイルの面に垂直な方向の長さが10cm程度になっている。

また、特開2002-176286号公報には、不燃性電波吸収シートと、それを用いて形成された電波吸収構造体が記載されている。

電波暗室に使用される電波吸収体は、不燃性を有するものであることが望ましい。E M C 試験用の電波暗室に使用される電波吸収体としては、不燃性のものが実用化されている。この不燃性の電波吸収体では、誘電損失体として、例えば、導電性材料を無機材料に混合してなる材料によって形成されたものや、無機材料によって形成された平板状やハニカム構造の構造体に導電性材料を塗布あるいは含浸させて構成されたものが用いられている。

しかしながら、この電波吸収体では、誘電損失体が用いられているために、最低でも45cm前後の長さが必要となっている。そのため、この電波吸収体では、特に小型の電波暗室等の限られた空間に設置するのには好適でない場合があるという問題点がある。

一方、特許第3041295号公報に記載された複合型電波吸収体では、磁性損失体は、有機系材料に磁性損失材料を混合または含浸させてなる材料によって形成されている。そのため、この複合型電波吸収体は、不燃性に優れるとは言い難く、安全性の面では、電波暗室に使用するのには適していない。

特開2002-176286号公報に記載された不燃性電波吸収シートを用いた電波吸収構造体の構造は、例えばハニカム構造やコルゲート構造である。しかしながら、不燃性電波吸収シートを用いた電波吸収構造体では、その製造のため工数が多くなるという問題点がある。例えば、ハニカム構造の構造体は、以下のようして形成される。まず不燃性電波吸収シートを製造する。次に、隣接する不燃性電波吸収シートの一部同士を接着しながら、複数枚の不燃性電波吸収シートを積層して、積層体を形成する。次に、この積層体を展張する。

#### 発明の目的および概要

本発明の目的は、不燃性を有し、且つ小型な電波吸収体を容易に製造することを可能にする電波吸収体用成型材料、電波吸収体用成型体およびその製造方法、ならびに電波吸収体を提供することにある。

本発明の電波吸収体用成型材料は、電波吸収体の少なくとも一部を構成する成型体を形成するために用いられる材料であって、磁性材料、無機繊維および無機バインダーを含み、これらと水とを混合すると当初は流動性を有し、1～40℃

の温度範囲内で硬化反応を生じるものである。

本発明の電波吸収体用成型材料によれば、この材料を水と混合して、流動性を有する状態として成型型に注入し硬化させることにより、不燃性を有し、且つ小型な電波吸収体用成型体を容易に製造することが可能になる。

本発明の電波吸収体用成型材料において、無機バインダーは、水溶性アルカリ珪酸塩と硼酸亜鉛とを含んでいてもよい。また、電波吸収体用成型材料における無機バインダーの割合は、8.0～13.0重量%の範囲内であってもよい。

また、本発明の電波吸収体用成型材料において、無機繊維の長さは20  $\mu\text{m}$ ～150  $\mu\text{m}$ の範囲内で、且つ電波吸収体用成型材料における無機繊維の割合は、2.0～7.0重量%の範囲内であってもよい。

また、本発明の電波吸収体用成型材料において、電波吸収体用成型材料における磁性材料の割合は、80～90重量%の範囲内であってもよい。

本発明の電波吸収体用成型体は、電波吸収体の少なくとも一部を構成する成型体であって、本発明の電波吸収体用成型材料によって形成されているものである。

本発明の電波吸収体用成型体は、電波到来側の端部から反対側の端部にかけて単位体積の空間に占める電波吸収体用成型体の割合が増加する形状をなしていてもよい。この場合、電波吸収体用成型体は、ウェッジ形状またはピラミッド形状をなしていてもよい。

本発明の電波吸収体用成型体の製造方法は、本発明の電波吸収体用成型材料と水とを混合して得られるスラリーを成型型に注入する工程と、成型型に注入されたスラリーを硬化させて本発明の電波吸収体用成型体を形成する工程と、電波吸収体用成型体を成型型より取り出す工程とを備えたものである。

本発明の電波吸収体は、本発明の電波吸収体用成型体と、一方の面が、電波吸収体用成型体における電波到来側とは反対側の端部に隣接するように配置された板状の電波吸収体部と、この電波吸収体部の他方の面に隣接するように配置された電波反射体とを備えたものである。電波吸収体部はフェライト焼結体よりなるものであってもよい。

本発明のその他の目的、特徴および利益は、以下の説明を以って十分明白にな

るであろう。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の一実施の形態に係る電波吸収体用成型体の製造方法における一工程を説明するための断面図である。

図 2 は、図 1 に示した工程に続く工程を説明するための断面図である。

図 3 は、図 2 に示した工程に続く工程を説明するための断面図である。

図 4 は、本発明の一実施の形態に係るピラミッド形状の電波吸収体用成型体の正面図である。

図 5 は、図 4 に示した電波吸収体用成型体の斜視図である。

図 6 は、本発明の一実施の形態に係るウェッジ形状の電波吸収体用成型体の正面図である。

図 7 は、図 6 に示した電波吸収体用成型体の斜視図である。

図 8 は、本発明の一実施の形態に係る電波吸収体の集合体の一部を示す側面図である。

図 9 は、本発明の一実施の形態に係る電波吸収体の集合体の一部を示す正面図である。

図 10 は、本発明の一実施の形態に係る 2 種類の電波吸収体の電波吸収性能を示す特性図である。

図 11 は、本発明の一実施の形態に係る 3 種類の電波吸収体の電波吸収性能を示す特性図である。

#### 好適な実施の形態の詳細な説明

以下、本発明の一実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

##### [電波吸収体用成型材料]

始めに、本実施の形態に係る電波吸収体用成型材料について説明する。本実施の形態に係る電波吸収体用成型材料は、電波吸収体の少なくとも一部を構成する成型体を形成するために用いられる材料であって、磁性材料、無機繊維および無機バインダーを含み、これらを水と混合すると当初は流動性を有し、1～40℃

の温度範囲内で硬化反応を生じるものである。

磁性材料としては、例えばフェライト粉末が用いられる。電波吸収体用成型材料における磁性材料の割合は、80～90重量%の範囲内であることが好ましい。

無機繊維は、無機材料によって形成された繊維である。無機繊維を形成する無機材料としては、例えばロックウール、ガラス繊維、シリカ繊維、アルミナ繊維等が用いられる。無機繊維の長さは20  $\mu\text{m}$ ～150  $\mu\text{m}$ の範囲内であることが好ましい。また、電波吸収体用成型材料における無機繊維の割合は、2.0～7.0重量%の範囲内であることが好ましい。

無機バインダーは、無機材料よりなるバインダーである。無機バインダーは、例えば水溶性アルカリ珪酸塩と硼酸亜鉛とを含んでいる。また、電波吸収体用成型材料における無機バインダーの割合は、8.0～13.0重量%の範囲内であることが好ましい。

以下、本実施の形態に係る電波吸収体用成型材料およびその製造方法の実施例について説明する。本実施例の電波吸収体用成型材料は、以下のようにして製造される。まず、磁性材料としてのフェライト粉末と、無機繊維と、無機バインダーと、水とを攪拌、混練し、流動性のあるスラリーを作製する。無機バインダーは、水溶性アルカリ珪酸塩と硼酸亜鉛とを含む。

電波吸収体用成型材料におけるフェライト粉末の割合は、電波吸収体用成型材料を用いて製造される電波吸収体において所望の電波吸収性能が得られるように調整する。電波吸収体用成型材料における所定の体積当たりのフェライト粉末の量を増加させる場合には、所定の体積当たりの無機繊維および無機バインダーの量を減らす。逆に、電波吸収体用成型材料における所定の体積当たりのフェライト粉末の量を減少させる場合には、所定の体積当たりの無機繊維および無機バインダーの量を増やす。

後で説明するが、電波吸収体用成型材料を用いて電波吸収体用成型体を製造する際には、上記スラリーを成型型に注入し、これを硬化させる。スラリー中の水の量は、スラリーを成型型に注入するのに適したスラリーの粘度が得られるように調整する。

上記スラリーの硬化は、1～40℃の温度範囲内で無機バインダーの硬化反応が生じることによって達成される。無機バインダーの硬化反応は、水溶性アルカリ珪酸塩と硼酸亜鉛との反応によって生じる。以下、この硬化反応について詳しく説明する。水に対する珪酸の溶解度は小さい。また、アルカリ珪酸塩以外の珪酸塩は水に難溶であるが、アルカリ珪酸塩には水溶性を有するもの、すなわち水溶性アルカリ珪酸塩がある。本実施例では、水溶性アルカリ珪酸塩として珪酸カリウムを用いている。珪酸カリウムと水とを混合することにより、珪酸カリウムの水溶液が得られる。一方、硼酸亜鉛は、硼酸と亜鉛を加熱によって複合させて得られる。この硼酸亜鉛は、上記珪酸カリウムの水溶液中で、硼酸と亜鉛に緩やかに分解する。そして、硼酸と亜鉛が、珪酸カリウムの水溶液中のカリウムと反応して、カリウムを固定する。その結果、珪酸カリウムの水溶液中の珪酸が凝集する。そのため、スラリーの粘度は、上記の反応が始まってから所定時間経過後に緩やかに上昇し始め、ある時点で急速に上昇する。その結果、最終的には、珪酸が凝集して、スラリーは流動性を失い、硬化する。これにより、水に溶解しない固形物が得られる。

常温下（15℃）におけるスラリーは、例えば、スラリーを成型型に注入してから30分経過するまでは粘度の上昇が少なく、1時間後に硬化し、2時間以上経過すると収縮が始まる。

また、電波吸収体用成型材料中の無機繊維は、表面親水性を有し、成型体における材料の分離を防止するために用いられている。すなわち、無機繊維は、スラリー中においてフェライト粒子間に入り込み、フェライト粒子が密着することを防止する。これにより、無機バインダーとフェライトが上下に分離することを防止することができる。

無機繊維の長さは、無機繊維によって無機バインダーとフェライトとの分離を防止でき、且つ適当なスラリーの粘度が得られるように決められる。無機繊維の長さは、20  $\mu\text{m}$ ～150  $\mu\text{m}$ の範囲内であることが好ましい。なお、本実施例では、無機繊維の長さを75  $\mu\text{m}$ としている。無機繊維の長さが150  $\mu\text{m}$ よりも長いと、無機繊維が水平方向に配向したり、曲がった無機繊維が絡まって無機繊維の塊が生じたりする。その結果、無機バインダーとフェライトとの分離が生

じてしまう。一方、無機繊維の長さが $20\mu\text{m}$ よりも短いと、スラリーの粘度の上昇をまねく。また、無機繊維の長さが $20\mu\text{m}$ よりも短いと、スラリーのチクソ性が高くなり、スラリーを自然流下させて成型型に充填することが困難になる。すなわち、このようなスラリーを成型型へ注入すると、成型型内におけるスラリーの流れが悪いために、成型型中の空気をスラリーによって完全に置換できなくなり、スラリー内に多くの気泡が含まれてしまう。

また、電波吸収体用成型材料における無機繊維の割合も、無機バインダーとフェライトとの分離を防止でき、且つ適当なスラリーの粘度が得られるように決められる。この観点から、電波吸収体用成型材料における無機繊維の割合は、 $2.0\sim 7.0$ 重量%の範囲内であることが好ましく、 $3.0\sim 5.0$ 重量%の範囲内であることがより好ましい。

前述のように無機繊維によって無機バインダーとフェライトの分離を防止することができるが、スラリーを長時間放置すると、比重の差異による無機バインダーとフェライトとの分離は避けられない。従って、スラリーを成型型に注入した後は、速やかにスラリーの粘度が上昇することが望ましい。そこで、本実施例では、無機バインダーを、水溶性珪酸カリウムと硼酸亜鉛の2成分タイプとして、硬化に加熱等の処理の必要のないものとすると共に、スラリーを成型型に注入してから30分程度経過すると粘度が急速に上昇するものとした。これにより、無機バインダーとフェライトの分離を防止することができる。

本実施の形態に係る電波吸収体用成型材料によれば、この材料を水と混合して、流動性を有する状態として成型型に注入し硬化させることにより、無機材料のみによって構成され、不燃性を有し、且つ小型な電波吸収体成型体を容易に製造することが可能になる。

#### [電波吸収体用成型体およびその製造方法]

次に、本実施の形態に係る電波吸収体用成型体およびその製造方法について説明する。図1ないし図3は、本実施の形態に係る電波吸収体用成型体の製造方法における各工程を説明するための断面図である。本実施の形態に係る電波吸収体用成型体は、電波吸収体の少なくとも一部を構成する成型体であって、本実施の形態に係る電波吸収体用成型材料によって形成されているものである。本実施の



形態に係る電波吸収体用成型体は、磁性材料による磁性損失を利用して電波を吸収する。

本実施の形態に係る電波吸収体用成型体の製造方法では、まず、図1に示したように、本実施の形態に係る電波吸収体用成型材料と水とを混合して得られるスラリー2を成型型1に注入する。成型型1は、形成しようとする電波吸収体用成型体に対応した形状のキャビティを有している。次に、図2に示したように、成型型1に注入されたスラリー2を、1～40℃の温度の下で硬化させて電波吸収体用成型体3を形成する。次に、図3に示したように、電波吸収体用成型体3を成型型1より取り出す。

本実施の形態に係る電波吸収体用成型体の表面には、例えば白色の塗料によって塗装が施されていてもよい。電波吸収体用成型体は多孔質になるため表面のぬれ性がよい。そのため、電波吸収体用成型体の表面には、容易に塗装を施すことができる。

以下、本実施の形態に係る電波吸収体用成型体およびその製造方法の実施例について説明する。本実施例では、まず、下記の表に示す配合比1～4の4種類の電波吸収体用成型材料を製造した。

【表1】

	配合比1	配合比2	配合比3	配合比4
フェライト粉末	80重量%	85重量%	88重量%	90重量%
無機バインダー	13重量%	10重量%	9重量%	8重量%
無機繊維	7重量%	5重量%	3重量%	2重量%

本実施例では、次に、上記の4種類の電波吸収体用成型材料を用いて、それぞれ100×100×10mmの寸法を有する4つの供試体を作製した。次に、この4つの供試体に対して、規格JISA5209の7.9項に基く折り曲げ強度試験を実施した。なお、JISA5209では、内装に使用されるタイルの曲げ強さの基準として、壁用のタイルでは1.23kgf/cm以上、床用のタイルでは6.12kgf/cm以上の曲げ破壊荷重を有することが定められている。上記の試験の結果を、下記の表に示す。なお、下記の表において、折り曲げ強度

の単位は、 $\text{kgf/cm}$ である。

【表 2】

	配合比 1	配合比 2	配合比 3	配合比 4
折り曲げ強度	3 5	4 9	4 3	2 6

上記の表から分かるように、4つの供試体の全てにおいて、構造材として施工取付もしくは敷設するのに十分な折り曲げ強度が得られている。特に、配合比2の成型材料を用いて作製された供試体と、配合比3の成型材料を用いて作製された供試体では、共に $40\text{ kgf/cm}$ 以上の大きな折り曲げ強度が得られている。このことから、強度の点では、配合比1～4の4種類の電波吸収体用成型材料は、いずれも電波暗室に使用される電波吸収体用の材料として適していると言える。また、特に、配合比2、3の電波吸収体用成型材料は、電波暗室に使用される電波吸収体用の材料として適していると言える。

ここで、折り曲げ強度に寄与するのは、特に、電波吸収体用成型材料における無機バインダーと無機繊維の各割合である。前述のように、電波吸収体用成型材料における無機繊維の割合は、成型体を形成するのに適するという観点から、2.0～7.0重量%の範囲内であることが好ましく、3.0～5.0重量%の範囲内であることがより好ましい。このことと、上記の強度の観点から、電波吸収体用成型材料における無機バインダーの割合は、8～13重量%の範囲内であることが好ましく、9～10重量%の範囲内であることがより好ましい。

次に、配合比1の電波吸収体用成型材料を用いて、実際に電波暗室に設置される電波吸収体用成型体を作製した。電波吸収体用成型体を含む電波吸収体が、広い周波数帯域、特に1～18GHzの高周波数領域において良好な電波吸収性能を発揮できるように、電波吸収体用成型体の形状は、電波到来側の端部から反対側の端部にかけて単位体積の空間に占める電波吸収体用成型体の割合が増加する形状とした。具体的には、図4および図5に示したピラミッド形状の第1の電波吸収体用成型体10と、図6および図7に示したウェッジ形状の第2の電波吸収体用成型体20とを作製した。図4は第1の電波吸収体用成型体10の正面図、図5は第1の電波吸収体用成型体10の斜視図である。また、図6は第2の電波

吸収体用成型体 2 0 の正面図、図 7 は第 2 の電波吸収体用成型体 2 0 の斜視図である。

図 4 および図 5 に示したように、第 1 の電波吸収体用成型体 1 0 は、縦 1 0 0 mm、横 1 0 0 mm、厚さ 1 0 mm のタイル状の台座部 1 1 と、この台座部 1 1 の上に配置されたピラミッド形状の 4 つの山部 1 2 とを有している。

図 6 および図 7 に示したように、第 2 の電波吸収体用成型体 2 0 は、縦 1 0 0 mm、横 1 0 0 mm、厚さ 1 0 mm のタイル状の台座部 2 1 と、この台座部 2 1 の上に配置されたウェッジ形状の 2 つの山部 2 2 とを有している。

電波吸収体用成型体 1 0、2 0 のフェライトの含有量が等しくなるように、電波吸収体用成型体 1 0、2 0 の体積を共に 3 6 0 c c とした。その結果、第 1 の電波吸収体用成型体 1 0 の高さは 8 0 mm となり、第 2 の電波吸収体用成型体 2 0 の高さは 6 0 mm となった。

#### [電波吸収体]

次に、本実施の形態に係る電波吸収体について説明する。本実施の形態に係る電波吸収体は、本実施の形態に係る電波吸収体用成型体と、一方の面が、電波吸収体用成型体における電波到来側とは反対側の端部に隣接するように配置された板状の電波吸収体部と、この電波吸収体部の他方の面に隣接するように配置された電波反射体とを備えたものである。電波吸収体部は、例えばフェライト焼結体よりなる。フェライト焼結体は、フェライトの磁気共鳴損失を利用して、電磁波エネルギーを熱エネルギーに変換して電波を吸収する。電波反射体は、例えば金属板である。

次に、本実施の形態に係る電波吸収体の実施例について説明する。本実施例では、第 1 の電波吸収体用成型体 1 0 を用いて第 1 の電波吸収体を作製し、第 2 の電波吸収体用成型体 2 0 を用いて第 2 の電波吸収体を作製した。第 1 の電波吸収体は、電波吸収体用成型体 1 0 と板状のフェライト焼結体と金属板とを備えている。同様に、第 2 の電波吸収体は、電波吸収体用成型体 2 0 と板状のフェライト焼結体と金属板とを備えている。第 1 および第 2 の電波吸収体において、フェライト焼結体の厚さは 6.3 mm である。

次に、第 1 および第 2 の電波吸収体の電波吸収性能を評価した。第 1 の電波吸

収体の電波吸収性能の評価は、金属板の縦方向および横方向にそれぞれ第 1 の電波吸収体を複数個配列してなる第 1 の集合体を用いて行った。同様に、第 2 の電波吸収体の電波吸収性能の評価は、金属板の縦方向および横方向にそれぞれ第 2 の電波吸収体を複数個配列してなる第 2 の集合体を用いて行った。図 8 は第 2 の集合体の一部を示す側面図、図 9 は第 2 の集合体の一部を示す正面図である。図 8 において、符号 2 3 は板状のフェライト焼結体を示し、符号 2 4 は金属板を示している。図 8 および図 9 に示したように、第 2 の集合体では、照射される電磁波に対する特性に関して垂直方向と水平方向についての異方性が生じないように、隣り合う電波吸収体用成型体 2 0 における山部 2 2 の稜線の方向が互いに異なるように、第 2 の電波吸収体を配列した。

第 1 および第 2 の電波吸収体の電波吸収性能の評価は、評価測定器としてベクトルネットワークアナライザを用いて、以下のようにして行った。すなわち、まず、電波反射体と第 1 および第 2 の電波吸収体の各々の電波反射量を測定した。そして、電波反射体の電波反射量と第 1 および第 2 の電波吸収体の電波反射量とを比較して、電波反射体の電波反射量を基準とする第 1 および第 2 の電波吸収体の電波反射減衰量を算出し、これを電波吸収性能とした。

第 1 および第 2 の電波吸収体の電波吸収性能の評価結果を図 1 0 に示す。図 1 0 において、横軸は周波数を表し、縦軸は電波吸収性能を表している。また、図 1 0 において、符号 3 1 を付した線は第 1 の電波吸収体の電波吸収性能を表し、符号 3 2 を付した線は第 2 の電波吸収体の電波吸収性能を表している。図 1 0 から分かるように、第 1 および第 2 の電波吸収体は、いずれも、良好な電波吸収性能を有している。なお、ピラミッド形状の山部 1 2 よりも、ウェッジ形状の山部 2 2 の方が、山部の高さ方向についての単位長さ当たりのフェライト含有量が多い。そのため、第 2 の電波吸収体用成型体 2 0 の高さは、第 1 の電波吸収体用成型体 1 0 の高さよりも小さくなっている。このことから、山部の高さを低くして電波吸収体をより小型化するには、ピラミッド形状の電波吸収体用成型体 1 0 よりもウェッジ形状の電波吸収体用成型体 2 0 を用いることが好ましいことが分かる。

次に、以下のようにして、電波吸収体用成型材料におけるフェライトの割合の

好ましい範囲を求めた。まず、配合比 1, 2, 4 の 3 種類の電波吸収体用成型材料を用いて、それぞれウェッジ形状の 3 種類の電波吸収体用成型体 20 を作製した。次に、この 3 種類の電波吸収体用成型体 20 に、それぞれ、板状のフェライト焼結体と金属板とを接合して、3 種類の電波吸収体を作製した。そして、これらの電波吸収体の電波吸収性能を評価した。評価方法は前述の通りである。

上記の 3 種類の電波吸収体の電波吸収性能の評価結果を図 11 に示す。図 11 において、横軸は周波数を表し、縦軸は電波吸収性能を表している。また、図 11 において、符号 41, 42, 44 を付した各線は、それぞれ、配合比 1, 2, 4 の電波吸収体用成型材料を用いて作製された電波吸収体用成型体 20 を含む電波吸収体の電波吸収性能を表している。

図 11 から分かるように、3 種類の電波吸収体は、いずれも、良好な電波吸収性能を有している。特に、符号 42 を付した線から、配合比 2 の電波吸収体用成型材料を用いて作製された電波吸収体用成型体 20 を含む電波吸収体では、周波数 30 MHz において 15 dB 以上の電波吸収性能が得られ、且つ 50 MHz から 18 GHz までの広帯域に渡って 20 dB 以上の電波吸収性能が得られている。電波吸収性能に寄与するのは、電波吸収体用成型材料におけるフェライト粉末の割合である。図 11 から、電波吸収体用成型材料におけるフェライト粉末の割合が 80～90 重量%の範囲内である場合には、電波暗室に使用するのに適した電波吸収体を構成可能であることが確認された。また、図 11 から、電波吸収体用成型材料におけるフェライト粉末の割合は、特に 85 重量%であることが好ましいことが分かる。

以上説明したように、本実施の形態に係る電波吸収体用成型材料は、磁性材料としてのフェライト粉末と無機繊維と無機バインダーとによって構成され、有機材料を含んでいない。従って、本実施の形態に係る電波吸収体用成型材料は、高い耐火性および不燃性を有している。従って、この電波吸収体用成型材料を用いることにより、不燃性を有する電波吸収体用成型体を製造することができる。

また、本実施の形態に係る電波吸収体用成型材料は、水と混合すると当初は流動性を有し、1～40℃の温度範囲内で硬化反応を生じるものである。従って、この電波吸収体用成型材料を水と混合して、流動性を有する状態として成型型に

注入し硬化させることにより、プレスや焼成といった大規模な設備を必要とする工程を経ることなく、電波吸収体用成型体を容易に製造することができる。

更に、本実施の形態に係る電波吸収体用成型材料を用いることにより、適切な形状および寸法の電波吸収体用成型体を容易に製造することができる。このことから、電波吸収体において所望の電波吸収性能が得られるようにしながら、小型の電波吸収体用成型体を製造することができる。

以上のことから、本実施の形態によれば、電波暗室に使用するのに適した、不燃性を有し、且つ小型な電波吸収体を容易に製造することが可能になる。

なお、本発明は上記実施の形態に限定されず、種々の変更が可能である。例えば、電波吸収体用成型材料を構成する各材料は、実施の形態で示した材料に限定されず、変更可能である。また、実施の形態では、電波吸収体用成型体と板状の電波吸収体部と電波反射体とによって電波吸収体を構成したが、電波吸収体用成型体のみによって電波吸収体を構成してもよい。

以上説明したように、本発明の電波吸収体用成型材料、電波吸収体用成型体またはその製造方法、あるいは電波吸収体によれば、不燃性を有し、且つ小型な電波吸収体を容易に製造することが可能になる。

以上の説明に基づき、本発明の種々の態様や変形例を実施可能であることは明らかである。従って、以下の請求の範囲の均等の範囲において、上記の最良の形態以外の形態でも本発明を実施することが可能である。

## クレーム

1. 電波吸収体の少なくとも一部を構成する成型体を形成するために用いられる電波吸収体用成型材料であって、

磁性材料、無機繊維および無機バインダーを含み、これらと水とを混合すると当初は流動性を有し、1～40℃の温度範囲内で硬化反応を生じることを特徴とする電波吸収体用成型材料。

2. 前記無機バインダーは、水溶性アルカリ珪酸塩と硼酸亜鉛とを含むことを特徴とする請求項1記載の電波吸収体用成型材料。

3. 電波吸収体用成型材料における前記無機バインダーの割合は、8.0～13.0重量%の範囲内であることを特徴とする請求項1記載の電波吸収体用成型材料。

4. 前記無機繊維の長さは20μm～150μmの範囲内であり、且つ電波吸収体用成型材料における前記無機繊維の割合は、2.0～7.0重量%の範囲内であることを特徴とする請求項1記載の電波吸収体用成型材料。

5. 電波吸収体用成型材料における前記磁性材料の割合は、80～90重量%の範囲内であることを特徴とする請求項1記載の電波吸収体用成型材料。

6. 成型材料によって形成され、電波吸収体の少なくとも一部を構成する電波吸収体用成型体であって、

前記成型材料は、磁性材料、無機繊維および無機バインダーを含み、これらと水とを混合すると当初は流動性を有し、1～40℃の温度範囲内で硬化反応を生じるものであることを特徴とする電波吸収体用成型体。

7. 前記無機バインダーは、水溶性アルカリ珪酸塩と硼酸亜鉛とを含むことを特徴とする請求項6記載の電波吸収体用成型体。

8. 前記電波吸収体用成型材料における前記無機バインダーの割合は、8.0～13.0重量%の範囲内であることを特徴とする請求項6記載の電波吸収体用成型体。

9. 前記無機繊維の長さは20  $\mu\text{m}$ ～150  $\mu\text{m}$ の範囲内であり、且つ前記電波吸収体用成型材料における前記無機繊維の割合は、2.0～7.0重量%の範囲内であることを特徴とする請求項6記載の電波吸収体用成型体。

10. 前記電波吸収体用成型材料における前記磁性材料の割合は、80～90重量%の範囲内であることを特徴とする請求項6記載の電波吸収体用成型体。

11. 電波到来側の端部から反対側の端部にかけて単位体積の空間に占める電波吸収体用成型体の割合が増加する形状をなしていることを特徴とする請求項6記載の電波吸収体用成型体。

12. ウェッジ形状またはピラミッド形状をなしていることを特徴とする請求項11記載の電波吸収体用成型体。

13. 表面に塗装が施されていることを特徴とする請求項6記載の電波吸収体用成型体。

14. 成型材料によって形成され、電波吸収体の少なくとも一部を構成する電波吸収体用成型体を製造する方法であって、

前記成型材料は、磁性材料、無機繊維および無機バインダーを含み、これらと水とを混合すると当初は流動性を有し、1～40℃の温度範囲内で硬化反応を生じるものであり、

前記方法は、

前記電波吸収体用成型材料と水とを混合して得られるスラリーを成型型に注入する工程と、



成型型に注入された前記スラリーを硬化させて前記電波吸収体用成型体を形成する工程と、

前記電波吸収体用成型体を前記成型型より取り出す工程とを備えたことを特徴とする電波吸収体用成型体の製造方法。

15. 前記無機バインダーは、水溶性アルカリ珪酸塩と硼酸亜鉛とを含むことを特徴とする請求項14記載の電波吸収体用成型体の製造方法。

16. 前記電波吸収体用成型材料における前記無機バインダーの割合は、8.0～13.0重量%の範囲内であることを特徴とする請求項14記載の電波吸収体用成型体の製造方法。

17. 前記無機繊維の長さは20  $\mu\text{m}$ ～150  $\mu\text{m}$ の範囲内であり、且つ前記電波吸収体用成型材料における前記無機繊維の割合は、2.0～7.0重量%の範囲内であることを特徴とする請求項14記載の電波吸収体用成型体の製造方法。

18. 前記電波吸収体用成型材料における前記磁性材料の割合は、80～90重量%の範囲内であることを特徴とする請求項14記載の電波吸収体用成型体の製造方法。

19. 前記電波吸収体用成型体は、電波到来側の端部から反対側の端部にかけて単位体積の空間に占める電波吸収体用成型体の割合が増加する形状をなしていることを特徴とする請求項14記載の電波吸収体用成型体の製造方法。

20. 前記電波吸収体用成型体は、ウェッジ形状またはピラミッド形状をなしていることを特徴とする請求項19記載の電波吸収体用成型体の製造方法。

21. 前記電波吸収体用成型体は、表面に塗装が施されていることを特徴とする請求項14記載の電波吸収体用成型体の製造方法。

２２．成型材料によって形成され、電波吸収体の一部を構成する電波吸収体用成型体と、

一方の面が、前記電波吸収体用成型体における電波到来側とは反対側の端部に隣接するように配置された板状の電波吸収体部と、

前記電波吸収体部の他方の面に隣接するように配置された電波反射体とを備え、

前記成型材料は、磁性材料、無機繊維および無機バインダーを含み、これらと水とを混合すると当初は流動性を有し、１～４０℃の温度範囲内で硬化反応を生じるものであることを特徴とする電波吸収体。

２３．前記無機バインダーは、水溶性アルカリ珪酸塩と硼酸亜鉛とを含むことを特徴とする請求項２２記載の電波吸収体。

２４．前記電波吸収体用成型材料における前記無機バインダーの割合は、８．０～１３．０重量％の範囲内であることを特徴とする請求項２２記載の電波吸収体。

２５．前記無機繊維の長さは２０μｍ～１５０μｍの範囲内であり、且つ前記電波吸収体用成型材料における前記無機繊維の割合は、２．０～７．０重量％の範囲内であることを特徴とする請求項２２記載の電波吸収体。

２６．前記電波吸収体用成型材料における前記磁性材料の割合は、８０～９０重量％の範囲内であることを特徴とする請求項２２記載の電波吸収体。

２７．前記電波吸収体用成型体は、電波到来側の端部から反対側の端部にかけて単位体積の空間に占める電波吸収体用成型体の割合が増加する形状をなしていることを特徴とする請求項２２記載の電波吸収体。

２８．前記電波吸収体用成型体は、ウェッジ形状またはピラミッド形状をなして

いることを特徴とする請求項 2 7 記載の電波吸収体。

2 9．前記電波吸収体用成型体の表面に塗装が施されていることを特徴とする請求項 2 2 記載の電波吸収体。

3 0．前記電波吸収体部はフェライト焼結体よりなることを特徴とする請求項 2 2 記載の電波吸収体。

## 要約

電波吸収体は、電波吸収体用成型体と板状のフェライト焼結体と金属板とを備えている。電波吸収体用成型体は、タイル状の台座部と、この台座部の上に配置されたウェッジ形状の山部とを有している。電波吸収体用成型体は、電波吸収体用成型材料と水とを混合して得られるスラリーを成型型に注入し、スラリーを硬化させることによって形成される。電波吸収体用成型材料は、磁性材料、無機繊維および無機バインダーを含み、これらと水とを混合すると当初は流動性を有し、 $1 \sim 40^{\circ}\text{C}$ の温度範囲内で硬化反応を生じるものである。